



3. Les ventouses de *Stauroteuthis syrtensis* ont évolué en organes lumineux.

dont les tentacules n'ont qu'une seule rangée de ventouses, a colonisé les grands fonds marins et n'utilise plus ses ventouses pour se déplacer : ces pieuvres nagent comme des méduses en refermant régulièrement leur huit tentacules.

Les zoologistes ont capturé trois spécimens de *Stauroteuthis syrtensis*, une espèce qui appartient au sous groupe des cirrètes, dans le golfe du Maine, au Nord-Est des États-Unis, à environ 800 mètres de profondeur. Les ventouses de ces animaux, d'environ 15 centimètres de longueur, étaient incapables de se fixer sur

un support. En revanche, dans l'obscurité, après une légère stimulation tactile de l'animal, par exemple avec la main, les pseudo-ventouses brillaient d'une lumière bleutée.

L'étude de l'anatomie (voir la figure 1) de ces organes, d'un demi millimètre de diamètre, a montré qu'ils conservent certaines caractéristiques des ventouses typiques (voir la figure 2). Ainsi, un bourrelet cutané entoure une petite dépression percée d'un pore. Cependant, l'analyse plus détaillée met en évidence certaines modifications, tant cellulaires que biochimiques. Les cellules musculaires sont atrophiées et ne sont plus contractiles ; elles

se sont transformées en cellules productrices de lumière, dénommées photocytes.

S. Johnsen, E. Widder et E. Balser en ont conclu que les ventouses ont évolué en organes lumineux. Dans les hauts fonds, les ventouses, devenues inutiles, ne représentaient plus un avantage sélectif. Pour un prédateur tel que la pieuvre, l'émission de lumière dans une zone obscure présente un avantage adaptatif qui a favorisé la modification des ventouses.

Grâce à ces photophores, les pieuvres communiquent, par exemple pendant la période de reproduction, ou encore attirent leurs proies, telles les petits crustacés. De plus, la longueur d'onde de la lumière émise est très proche du maximum de transmission par les océans, c'est-à-dire que les pieuvres sont visibles de loin.

Selon les zoologistes, l'évolution de ces organes est encore en cours. Les ventouses auraient tout d'abord évolué en un organe réflecteur de lumière extérieure, puis auraient produit leur propre lumière. *S. syrtensis* offre donc un terrain privilégié pour étudier l'évolution de la photoluminescence quand aucun fossile n'existe.

Étoile spirale

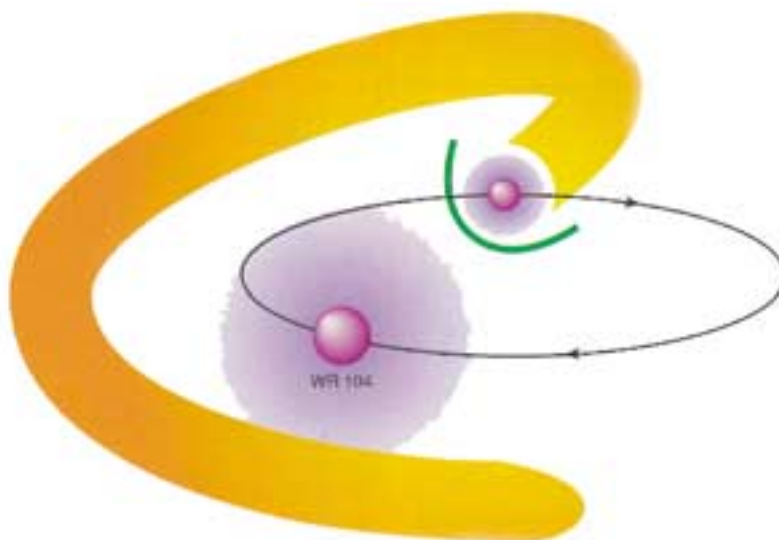
Une nouvelle technique d'interférométrie révèle une structure de poussières en spirale.

Les structures spirales sont bien connues des astronomes : ce sont celles des galaxies semblables à la nôtre. En revanche, ce genre de volutes n'existait pas pour les étoiles, jusqu'à ce que des astronomes américains découvrent une étoile spirale dans la constellation du Sagittaire à l'aide du télescope Keck, à Hawaï. Cette structure spirale serait un panache de poussières entraîné par la rotation d'un système binaire.

L'étoile WR 104 est une étoile de Wolf-Rayet, des étoiles chaudes plusieurs dizaines de fois plus massives que le Soleil. Située à près de 5 000 années-lumière de la Terre, cet objet est trop faible pour qu'on puisse le détailler, même à l'aide des meilleurs instruments. Aussi, les astronomes ont utilisé une technique interférométrique : la surface collectrice du télescope était masquée, à l'exception de 36 petites régions circulaires. Par la lumière captée, on reconstruit une image dont la résolution n'est que de quelques centièmes de seconde d'angle.

En avril 1998 et en juin 1998, les astronomes ont observé cette étoile. Ils ont découvert une structure spirale qui semblait tourner. Cette structure était vraisemblablement composée de poussières, car elle émettait dans l'infrarouge. Comment exprimer la forme de cette structure et sa rotation ?

En supposant que l'étoile WR 104 n'est pas seule : elle a un compagnon, une étoile de type OB, qui n'est pas directement visible, mais dont on note les effets sur les poussières. L'idée de la nature binaire de WR 104 n'est pas neuve, mais c'est seulement depuis quelques années que la présence d'une étoile compagnon

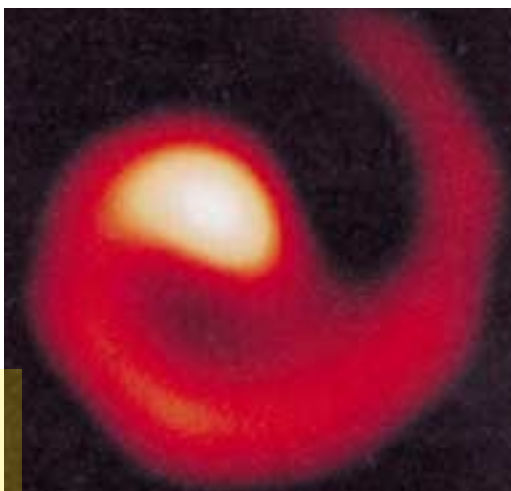


L'étoile WR 104 et son compagnon émettent un vent stellaire puissant (violet). Lorsque ces vents se rencontrent, une onde de choc se forme (vert), d'où résultent un refroidissement et une formation de poussières accrue. Le panache de poussières est entraîné par la rotation du système binaire, créant une spirale de poussières.

a été confirmée par la détection de raies d'hydrogène spécifiques aux étoiles de type OB.

Les étoiles de Wolf-Rayet ont une particularité : elles sont très lumineuses. Le même rapport de luminosité existe entre une étoile de Wolf-Rayet et le Soleil qu'entre le Soleil et la Lune. En raison de cette forte luminosité, l'atmosphère des étoiles de Wolf-Rayet est éjectée par la pression de radiation : ces étoiles émettent un vent stellaire violent.

Aussi les astronomes ont-ils été stupéfaits d'observer, sur WR 104, en plus du vent stellaire attendu, une importante quantité de poussières. Habituellement, les étoiles de Wolf-Rayet sont dépourvues de poussières, car ces dernières sont vaporisées par l'intense rayonnement ultraviolet de l'étoile. Pour expliquer ce paradoxe, les astronomes ont imaginé que le compagnon de WR 104 est à proximité et qu'il émet également un fort vent stellaire.



Cette spirale de poussières est en mouvement autour du système binaire WR 104.

Quel est le scénario de formation du panache ? Les vents de particules de WR 104 et de son compagnon sont émis dans toutes les directions. À l'endroit où ces vents se rencontrent, une onde de

compression se forme, refroidissant le vent stellaire. C'est dans ce cocon relativement froid, à l'abri du rayonnement destructeur des étoiles, que les poussières se rassemblent. Entraînées dans le mouvement de rotation du système binaire, les poussières dessinent alors une spirale tournante, comme un jet d'eau en rotation.

Pour expliquer leurs données, les astronomes ont supposé que la vitesse d'éjection des poussières dans la spirale est constante, mais les observations à l'aide d'interféromètres plus sensibles devront étayer cette hypothèse.

La découverte de cette structure spirale à l'aide d'une nouvelle technique d'interférométrie préfigure les résultats que l'on obtiendra lorsque des grands télescopes seront reliés pour en faire des interféromètres géants. Les quatre miroirs du VLT, le grand télescope européen en cours de montage au Chili, aura sa carte à jouer dans ce domaine.

Le canard...

... qui ne dormait que d'un œil.

Les oiseaux, dont on dit que leur cerveau est fort limité, savent pourtant dormir tout en restant éveillés. Si l'on savait déjà que les oiseaux ne dorment que d'un œil, une équipe de l'Université de l'Indiana a montré que, pendant ces périodes de sommeil, certaines zones du cerveau dorment tandis que d'autres veillent.

Cet état de semi-conscience est possible, car un hémisphère s'assoupit, tandis que l'autre reste éveillé et capable de réagir. L'oiseau donne l'impression de cligner de l'œil de façon prolongée : l'œil relié au cerveau éveillé reste ouvert, tandis que l'autre se ferme. Ce comportement est-il aléatoire, le sommeil gagnant au hasard l'hémisphère gauche ou l'hémisphère droit ? On sait que certains mammifères aqua-

tiques – le seul autre groupe qui a ce type de sommeil – conservent un hémisphère éveillé quand ils dorment, ce qui leur permet de continuer à battre une nageoire, et d'éviter ainsi de se noyer. Dormir dans l'eau est une situation exceptionnelle et ne justifie pas la présence de ce comportement chez les oiseaux. En fait les oiseaux ont davantage à craindre des prédateurs que de la noyade.

Les biologistes ont placé quatre canards en ligne. Au centre, chaque canard est entouré de deux voisins et se sent protégé, ce qui n'est pas le cas des canards des extrémités, exposés sur le côté découvert. Effectivement, au cours de l'expérience, ces derniers ont passé deux fois plus de temps en demi-sommeil que les canards du centre. De surcroît, pendant la quasi-totalité de leur phase de sommeil, ils ont gardé ouvert l'œil situé du côté non protégé. Au contraire, les canards du centre fermaient indifféremment l'un ou l'autre des deux yeux.



Les canards des extrémités (à gauche) dorment d'un œil plus souvent que les canards du centre, qui se sentent vraisemblablement plus en sécurité (ci-dessus, le canard dort d'un œil : la paupière blanche indique l'œil fermé).

Dans la suite des expériences, on a projeté aux canards à moitié endormis l'image d'un prédateur qui s'approchait : les canards se réveillaient instantanément, ce qui prouvait que l'œil ouvert était sur le qui-vive. Ainsi, les canards à moitié endormis ont bien un hémisphère cérébral et un œil parfaitement vigilants.

Si le sommeil partiel est si utile pour la détection des prédateurs, pourquoi si peu d'animaux en sont-ils pourvus ? Il semble que ce comportement ancestral se soit perdu, il y a fort longtemps. Les lézards aussi dorment d'un œil, surtout quand ils ont remarqué la présence d'un prédateur, mais ce comportement n'est peut-être pas un sommeil hémisphérique, car les ondes cérébrales des lézards assoupis diffèrent de celles des oiseaux et des mammifères. Toutefois, le fait que les lézards aussi présentent ce comportement indique peut-être qu'un lointain ancêtre commun en était doté.

Les tout premiers mammifères passaient vraisemblablement le plus clair de leur temps à dormir à l'abri au fond de leur terrier et, à l'exception des mammifères marins, ils auraient fini par perdre cette capacité qui, au contraire, s'est développée chez les oiseaux. La capacité n'est sans doute pas totalement perdue, même chez l'homme ainsi, les ondes cérébrales enregistrées chez les personnes ayant subi un grave traumatisme rappellent celles des oiseaux pendant leur demi-sommeil. Une partie ancestrale de leur cerveau maintient peut-être ces personnes traumatisées en état d'alerte par crainte d'un nouveau danger.